

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-129985  
(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.CI. F02C 9/48  
F01D 15/10  
F02C 6/18  
F02C 9/00  
F02C 9/28

(21)Application number : 2000-326458

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 26.10.2000

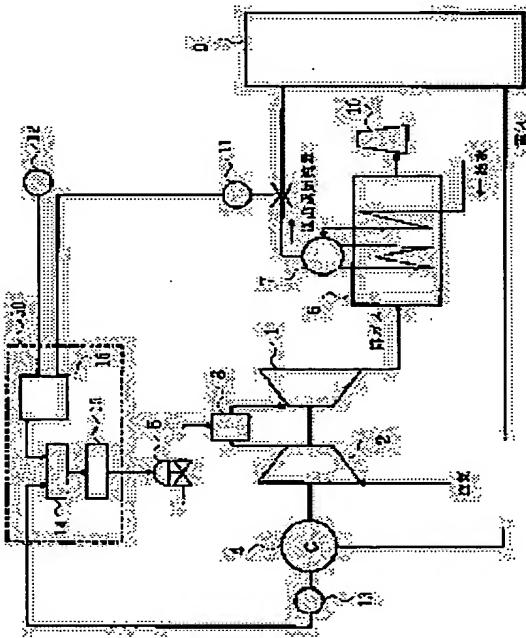
(72)Inventor : NAGATA KAZUE  
TAKAYANAGI MIKIO  
YAMADA TOSHIHIRO  
KAMIYA AKIMOTO  
MATSUMOTO SHIGERU

## (54) COGENERATION POWER PLANT AND ITS CONTROL METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To automatically change the set value of power generation output while satisfying the flow rate of delivery steam at that time so as to obtain an operation point for minimizing an energy amount in the case of a thermoelectric variable cogeneration plant.

**SOLUTION:** This cogeneration power plant has a gas turbine 1 for driving a power generator 4, an exhaust heat recovery boiler 6 for generating steam by using an exhaust heat recovered from the gas turbine, and a fuel flow rate adjusting valve 3 for adjusting the flow rate of a fuel to be supplied to the gas turbine 1. The power plant is controlled by a means for detecting the generation output of the generator 4, a means 13 for detecting the flow rate of steam delivered from the exhaust heat recovery boiler 6, a means 11 for detecting atmospheric temperature, a means 16 for calculating the set value of gas turbine power generation output corresponding to the flow rate of delivered steam and the atmospheric temperature by using a previously defined function of them, and a means for adjusting the fuel adjusting valve 5 in such a way that the power generation output approximates its set value.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-129985

(P2002-129985A)

(43) 公開日 平成14年5月9日 (2002.5.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	デマコード <sup>8</sup> (参考)
F 02 C 9/48		F 02 C 9/48	
F 01 D 15/10		F 01 D 15/10	D
			C
F 02 C 6/18		F 02 C 6/18	A
9/00		9/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L. (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2000-326458(P2000-326458)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成12年10月26日 (2000.10.26)	(72) 発明者	永田 一衛 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝本社事務所内
		(72) 発明者	高柳 幹男 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝本社事務所内
		(74) 代理人	100087332 弁理士 猪股 祥晃 (外1名)

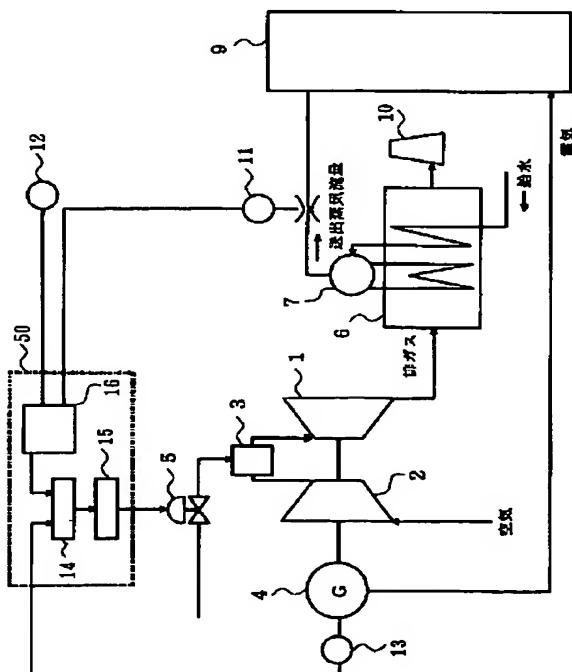
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コジェネレーションプラントおよびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】発電出力設定値の変更を、そのときの送出蒸気流量を満足しつつ、かつ、熱電可変型のコージェネレーションプラントの場合には省エネルギー量が最大となる運転点になるように、自動的に行う。

【解決手段】発電機4を駆動するガスタービン1と、ガスタービン排熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラ6と、ガスタービン1に供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁3と、を有するコージェネレーションプラントにおいて、発電機4の発電出力を検出する手段と、排熱回収ボイラ6からの送出蒸気流量を検出する手段13と、大気温度を検出する手段11と、送出蒸気流量および大気温度の関数として予め規定した関数により、送出蒸気流量および大気温度に対応するガスタービン発電出力設定値を算出する手段16と、発電出力を発電出力設定値に近づける方向に燃料調節弁5を調節する手段と、を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコーチェネレーションプラントにおいて、  
前記発電機の発電出力を検出する手段と、  
前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量を検出する手段と、  
大気温度を検出する手段と、  
前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応するガスタービン発電出力設定値を算出する手段と、  
前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節する手段と、  
を有すること、を特徴とするコーチェネレーションプラント。

【請求項2】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコーチェネレーションプラントの制御方法において、  
前記発電機の発電出力を検出し、  
前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量を検出し、  
大気温度を検出し、  
前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応するガスタービン発電出力設定値を算出し、  
前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、  
を特徴とするコーチェネレーションプラントの制御方法。

【請求項3】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コーチェネレーションプラントにおいて、  
前記発電機の発電出力を検出する手段と、  
前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量を検出する手段と、  
大気温度を検出する手段と、  
前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応する省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出する

手段と、

前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節する手段と、  
を有すること、を特徴とするコーチェネレーションプラント。

【請求項4】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コーチェネレーションプラントの制御方法において、  
前記発電機の発電出力を検出し、  
前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量を検出し、  
大気温度を検出し、  
前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応する省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出し、  
前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、  
を特徴とするコーチェネレーションプラントの制御方法。

【請求項5】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコーチェネレーションプラントにおいて、  
前記発電機の発電出力を検出する手段と、  
前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量の設定値を任意に設定する手段と、  
大気温度を検出する手段と、  
前記設定された送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出する手段と、  
前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節する手段と、  
を有すること、を特徴とするコーチェネレーションプラント。

【請求項6】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコーチェネレーションプラントの制御方法において、  
前記発電機の発電出力を検出し、  
前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量の設定値を任意に設定し、

大気温度を検出し、

前記設定された送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出し、  
前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、  
を特徴とするコーチェネレーションプラントの制御方法。

【請求項7】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コーチェネレーションプラントにおいて、  
前記発電機の発電出力を検出する手段と、  
前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量の設定値を任意に設定する手段と、  
大気温度を検出する手段と、  
前記設定された外部への送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出する手段と、  
前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節する手段と、  
を有すること、を特徴とするコーチェネレーションプラント。

【請求項8】 発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コーチェネレーションプラントの制御方法において、  
前記発電機の発電出力を検出し、  
前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量の設定値を任意に設定し、  
大気温度を検出し、  
前記設定された外部への送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出し、  
前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、  
を特徴とするコーチェネレーションプラントの制御方法。

【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コーチェネレーションプラントおよびその制御方法に関し、特にそのガスタービンの出力制御に関する。

### 【0002】

【従来の技術】 近年の地球温暖化問題に鑑み、化石エネルギーの有効利用技術が求められている。また、各事業者は自身の事業体におけるエネルギーコストをいかに低減するかという問題に直面しており、この観点からエネルギー効率の高いガスタービンを駆動源とするコーチェネレーションプラントが広く導入されている。コーチェネレーションプラントではガスタービンで発電し、その排熱で蒸気を発生して、これら電気と蒸気を同時に供給して総合エネルギー効率として70～80%の性能を得ることができる。

【0003】 コーチェネレーションプラントは、ガスタービンに蒸気を噴射しない従来型のシステムと、発生蒸気の一部をガスタービンに噴射して余剰蒸気の有効利用を図る熱電可変型の二種類に分類される。

【0004】 前者の従来型のコーチェネレーションプラントの一例を図8に示す。図8において、発電はガスタービンの発電機4で行われ、蒸気の発生は、排熱回収ボイラ6の蒸気ドラム7で行われ、プロセス9に蒸気供給がなされる。

【0005】 コーチェネレーションプラントの運用方法は大別して二つある。一つは、蒸気の発生よりも発電を重視して運転する電力優先モードであり、もう一つは、蒸気発生を優先して、必要な蒸気を発生するようガスタービン1の発電出力を変化させる蒸気優先モードである。いずれの優先モードでもコーチェネレーションプラントの出力変化はガスタービンの発電機4の発電出力を調節して行われる。

【0006】 図8のようなコーチェネレーションプラントのガスタービン1の制御装置40のブロック図の例を図9に示す。この負荷制御の動きを図9で説明すると以下になる。

【0007】 発電出力目標値としての電力検出器13で得られる発電出力PVが発電出力設定器18から与えられる発電出力設定値SVと比較され負荷制御コントローラ14で、発電出力PVが設定値SVより大きければガスタービンのガバナ15に対して出力を下げる指令、すなわち燃料を減らす指令を出力し、逆に発電出力PVが設定値SVより小さい場合は燃料を増やす指令を出す。ガバナ15は、ガスタービンの燃焼室3への燃料供給流量を調節する燃料調節弁5の開度を制御する。

【0008】 この動作は、発電出力PVが発電出力設定値SVと一致するまで続けられる。すなわち、発電出力設定値SVと実際の発電出力PVとの偏差をなくすように負荷制御コントローラ14がガスタービンのガバナ15に増減信号を出力し、最終的には発電出力設定値SV

までガスタービン1の発電出力PVは変化する。

【0009】電力優先モードの運転の場合には、発電出力設定値SVを希望する設定値にすることでガスタービン1の燃料流量の調節は図9の制御装置40で行われる。したがって、運転員は発電出力設定値SVを与えるか、または、そのスケジュール設定をするだけで良い。しかし、蒸気優先モードの場合は、必要なプロセス9への送出蒸気流量を得るために必要なガスタービン1の発電出力となるように絶えずガスタービン1の発電出力PVを調節する必要がある。

【0010】送出蒸気流量はガスタービン11の発電出力PVとほぼ比例関係にあり(図3参照)、運転員は必要な送出蒸気流量が得られるように図9の発電出力設定値SVを絶えず調節する。

【0011】以上、従来型の蒸気噴射なしのコージェネレーションプラントのシステム構成と運転方法を説明した。以下、もう一つのコージェネレーションプラントである蒸気噴射を使った熱電可変型のコージェネレーションプラントについて説明する。

【0012】図10に熱電可変型のコージェネレーションプラントの例を示す。ガスタービン1の排熱は排熱回収ボイラ6に入り、排熱回収ボイラ6の蒸発器との熱交換で蒸気ドラム7に蒸気を発生させる。この発生蒸気はプロセス9の蒸気需要に応じて送出蒸気調節弁8をプロセス9側から開閉することでプロセス9への送出蒸気流量が変化する。蒸気ドラム7での発生蒸気はプロセス9とともにガスタービン1にも蒸気噴射され、ガスタービン1の発電出力PV増大を行う。

【0013】図8のシステムと違う点は、蒸気ドラム7の発生蒸気の一部がプロセス9へ送られるとともに、他の一部がガスタービン1への蒸気噴射に使われ、余剰蒸気の発電への変換で余剰蒸気の有効利用が図られる点である。熱(蒸気)需要が大幅に変動する需要家の場合は蒸気が余剰となるケースが発生するので、このシステムは好都合である。

【0014】余剰蒸気をガスタービン1の駆動蒸気として利用する蒸気噴射ガスタービン1は、例えば特許第2751837号に開示されている。このガスタービンは熱電可変型ガスタービンと呼ばれ、排熱により作られた蒸気の内、プロセスで必要な蒸気を送気した残りの蒸気をガスタービンに噴射して電力を変換することができ、蒸気需要に変動があつても余剰蒸気を廃棄することなく電力として有効活用することができる。

【0015】この蒸気噴射型ガスタービンのシステム性能は図11のように表わされる。蒸気噴射なしの場合に比べて図11は蒸気噴射量がパラメータとして追加されている。

【0016】図11の横軸は送出蒸気流量、縦軸はガスタービン1の燃料消費量で、ガスタービン1の発電出力PVをパラメータにプロットされている。図11のA、

B、Cで囲まれたエリアが、蒸気需要に応じて必要蒸気量がプロセス9側に送りされるガスタービン1の運転範囲である。

【0017】図11において、A点が蒸気噴射ゼロでかつ送出蒸気流量最大の運転点である。ガスタービン出力はたとえば4200kWである。A→Cの線上の運転点は蒸気噴射量がゼロの運転点を繋いだもので、噴射蒸気ゼロの状態でガスタービン1の燃料を減らした場合の運転点の動きを示す。A→Bの線上の運転点はA点の4200kWで蒸気噴射なしの運転から送出蒸気流量を減らして蒸気噴射に回し、燃焼器へは燃焼器の許容するできるだけ多くの燃料を投入した場合の運転点(タービン入口温度最大)を示し、噴射蒸気により出力は増加している。

【0018】図11の運転点を、横軸を発電電力、縦軸を省エネルギー量(効率)でプロットし直したものが図12である。図11のA、B、Cの運転点はそれぞれ図12のA、B、Cの運転点に対応している。

【0019】図12のA点は蒸気噴射なしで工場蒸気供給が最大で省エネルギー量最大の運転点、B点は蒸気噴射最大で工場蒸気供給最小で発電出力が最大の運転点、C点は蒸気噴射なしで工場蒸気供給量小、発電出力小の運転点である。図中のABの線上の運転点は蒸気噴射なしの運転点で、CABで囲まれた範囲が蒸気噴射運転可能な運転ゾーンを示している。

【0020】このような熱電可変型ガスタービンの現状の運転方法は、蒸気噴射なしのガスタービンで図9で説明した運転制御方法と同じ方法が採用されている。すなわち負荷設定値SVを外部から設定し、発電電力PVを目標値となるようにガスタービン1への燃料流量を調節する。送出蒸気流量の変化(すなわち噴射蒸気流量の変化)があつても、常に、発電電力PVを目標値となるようにガスタービン1への燃料流量を調節する。

【0021】この熱電可変型ガスタービンを使ったコージェネレーションプラントの場合は蒸気噴射量がパラメータとして追加されているので、同じ送出蒸気流量でも発電出力PVが複数ケース選択可能である。また、同じ発電出力PVでも蒸気噴射量を変えることで送出蒸気流量が複数ケース選択可能であり、運用の自由度が大きい。

【0022】しかし、図12で縦軸を省エネルギー量で示すように同じ送出蒸気流量の運転でもA→Bライン上の方が省エネルギー量が高い運転点である。したがって、運転員は、送出蒸気流量の変化に従い、省エネルギー量を最大とするべく常に発電出力設定値SVを調節して運転しているのが現状である。

【0023】例えばMWA kWの負荷設定値を与えれば図12の一点鎖線イの線上に運転点が来るよう負荷制御が行われる。つまり、図12のA点で運転していても送出蒸気流量が減って $X_{A2} t/h$ となると、(XA-

$X_{A_2}$  )  $t/h$  の噴射蒸気流量の増加によりガスタービン 1 の出力が増加するので、ガスタービン 1 の燃料は図 9 の制御により自動的に燃料が減らされて、最終的には A 1 点の運転点で安定する。

【0024】このように送出蒸気流量が変化してガスタービン 1 の出力が変化しようとすると図 9 の負荷制御回路により、発電出力 P V が設定値 S V と同じとなるように自動的に発電出力制御が行われ A 点から A 1 点への移動が自動的に行われる。

【0025】しかし、図 12 でもわかるように同じ送出蒸気流量が  $X_{A_2}$   $t/h$  の運転でも A 1 点より A 2 点の方が省エネルギー量が多く、運転点としては A 2 点の方が望ましい。送出蒸気流量の変化により、発電出力の設定値の設定変更をしないと A 点から省エネルギー量の少ない A 1 点に自動的に移動してしまう。したがって、従来技術での運転では、送出蒸気流量の変化のたびにその送出蒸気流量を満足するさらに省エネルギー量の多い運転点 A 2 点への移行のために手動で発電出力設定値 S V を図 12 の二点鎖線ロの発電出力設定値まで増変化させて、運転点を A 2 点に移動する手動操作を強いられていた。

【0026】さらに、図 11、図 12 は大気温度が変われば運転点が変る（カーブが変る）ため、大気温度もチェックしながらそのときの送出蒸気流量を満足しつつ省エネルギー量が最大となる運転点になるように発電出力設定値 S V を変化させることが運転員に求められる。

#### 【0027】

【発明が解決しようとする課題】従来の運転制御方法についての欠点は、従来技術で指摘されているようにガスタービンの発電出力設定値 S V を送出蒸気流量変化に従って頻繁に手動で変化させる操作が伴うことである。

【0028】本発明はこれらの欠点を解決し、発電出力設定値 S V の変更を、そのときの送出蒸気流量を満足しつつ、かつ、熱電可変型のコージェネレーションプラントの場合には省エネルギー量が最大となる運転点になるよう、自動的に変化させる制御装置を提供することを目的としている。

#### 【0029】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するものであって、請求項 1 の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコージェネレーションプラントにおいて、前記発電機の発電出力を検出する手段と、前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量を検出する手段と、大気温度を検出する手段と、前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応するガスタービン発電出力設定値を算出する手段と、前記検出さ

れた発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節する手段と、を有すること、を特徴とするコージェネレーションプラントである。

【0030】また、請求項 2 の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコージェネレーションプラントの制御方法において、前記発電機の発電出力を検出し、前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量を検出し、大気温度を検出し、前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応するガスタービン発電出力設定値を算出し、前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、を特徴とするコージェネレーションプラントの制御方法である。

【0031】請求項 1 または 2 の発明によれば、プロセス側で必要な蒸気流量を自由に引き出し、コージェネレーションプラント側はその送出蒸気流量に見合ったガスタービン出力になるように自動的に運転することができる。

【0032】また、請求項 3 の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コージェネレーションプラントにおいて、前記発電機の発電出力を検出する手段と、前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量を検出する手段と、大気温度を検出する手段と、前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応する省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出する手段と、前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節する手段と、を有すること、を特徴とするコージェネレーションプラントである。

【0033】また、請求項 4 の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コージェネレーションプラントの制御方法において、前記発電機の発電出力を検出し、前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量を検出し、大気温度を検出

し、前記検出された送出蒸気流量および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、これら送出蒸気流量および大気温度に対応する省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出し、前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、を特徴とするコージェネレーションプラントの制御方法である。

【0034】請求項3または4の発明によれば、熱電可変型のガスタービンを使ったコージェネレーションプラントにおいて、プロセス側で必要な蒸気流量を自由に引き出し、コージェネレーションプラント側はその送出蒸気流量に見合った、しかも省エネルギー量が最大となるようなガスタービン出力になるように自動的に運転することができる。

【0035】また、請求項5の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコージェネレーションプラントにおいて、前記発電機の発電出力を検出する手段と、前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量の設定値を任意に設定する手段と、大気温度を検出する手段と、前記設定された送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出する手段と、前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節する手段と、を有すること、を特徴とするコージェネレーションプラントである。

【0036】また、請求項6の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有するコージェネレーションプラントの制御方法において、前記発電機の発電出力を検出し、前記排熱回収ボイラからの送出蒸気流量の設定値を任意に設定し、大気温度を検出し、前記設定された送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出し、記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、を特徴とするコージェネレーションプラントの制御方法である。

【0037】請求項5または6の発明によれば、コージェネレーションプラント側で送出蒸気流量を設定した場合に、これに見合ったガスタービン出力になるように自動的に運転することができる。

【0038】また、請求項7の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガス

タービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コージェネレーションプラントにおいて、前記発電機の発電出力を検出する手段と、前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量の設定値を任意に設定する手段と、大気温度を検出する手段と、前記設定された外部への送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出する手段と、前記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、を特徴とするコージェネレーションプラントである。

【0039】また、請求項8の発明は、発電機を駆動するガスタービンと、そのガスタービンの排気から熱を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、前記ガスタービンに供給する燃料の流量を調節する燃料調節弁と、を有し、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部がプロセス蒸気として外部に送出され、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気の一部が前記ガスタービンに供給される、コージェネレーションプラントの制御方法において、前記発電機の発電出力を検出し、前記排熱回収ボイラから外部への送出蒸気流量の設定値を任意に設定し、大気温度を検出し、前記設定された外部への送出蒸気流量設定値および前記検出された大気温度の関数として予め規定した関数により、省エネルギー量が最大となるようなガスタービン発電出力設定値を算出し、記検出された発電出力を前記発電出力設定値に近づける方向に前記燃料調節弁を調節すること、を特徴とするコージェネレーションプラントの制御方法である。

【0040】請求項7または8の発明によれば、熱電可変型のガスタービンを使ったコージェネレーションプラントにおいて、コージェネレーションプラント側で送出蒸気流量を設定した場合に、これに見合った、しかも省エネルギー量が最大となるようなガスタービン出力になるよう自動的に運転することができる。

【0041】  
【発明の実施の形態】以下、4種類の発明の実施の形態を説明する。まず、コージェネレーションで蒸気をプロセスに供給する方法として、プロセス側で必要蒸気をコージェネレーションプラントから自由に引き出し、コージェネレーションプラント側はその送出蒸気流量に見合ったガスタービン出力になるように運転する場合がある。一方、これとは逆にコージェネレーションプラント側で送出蒸気流量の設定をする場合があり、これら二種類の蒸気供給方法が考えられる。これら二つの蒸気供給方法それぞれに対して、熱電可変型でないガスタービンを使った場合と熱電可変型のガスタービンを使った場合

の二ケースがありうるので、これらの組合せとして4種類の方法がありうる。

【0042】以下、それぞれの実施の形態について、図面を用いて説明する。ただし、従来技術の図面と共に部分については共通の符合を用い、説明を適宜省略する。

【0043】(第1の実施の形態) (請求項1、2対応)

図1は本発明の第1の実施の形態を示すもので、熱電可変型でないガスタービンを使ったコーチェネレーションプラントを示す。すなわち、大気が圧縮機2で圧縮され、この圧縮空気とともに燃料が燃焼器3で燃焼される。この燃焼ガスはガスタービン1で膨張し、その後、排熱回収ボイラ6へ送られ、煙突10から排出される。排熱回収ボイラ6で、排ガス中の排熱が回収されて蒸気が発生し、蒸気ドラム7に蒸気がためられる。この蒸気ドラム7の蒸気はプロセス9へ送られる。燃焼ガスがタービン1で膨張するときに発生するタービン動力によって、圧縮機2が駆動されるとともに、ガスタービン発電機4が駆動され、そこで発生した電気がプロセス9へ供給される。

【0044】燃焼器3へ供給される燃料の流量は、制御装置50で制御される燃料調節弁5によって調節される。制御装置50の詳細は図2に示す。すなわち制御装置50は、関数発生器16と、負荷制御コントローラ14と、ガスタービンのガバナ15とからなる。関数発生器16には、送出蒸気流量検出器11によって検出された蒸気ドラム7からプロセス9へ送られる送出蒸気流量の信号と、大気温度検出器12によって検出された大気温度信号が供給される。

【0045】関数発生器16は、大気温度信号と送出蒸気流量信号の二つの信号から、熱バランスによって、ガスタービン1の発電出力設定値SVを決定する。関数発生器16で用いられる関数の一例を図3に示す。ただし、図3の横軸は送出蒸気流量として図を読む。関数発生器16は大気温度をパラメータとして設定されているが、これは大気温度によりガスタービン1の発電出力PVが変化するため、大気温度が低ければガスタービン1の発電出力PVは多く出すことができるためである。図3の太い実線は標準の大気温度 $t_0$ の時の発生蒸気流量とガスタービン1の発電出力の設定値SVの関係を示すカーブである。同図中の破線は大気温度が変化した時の発生蒸気流量とガスタービン1の発電出力の設定値SVの関係を示すカーブである。

【0046】関数発生器16で作成された発電出力設定値SVの信号は、発電出力PVの信号とともに負荷制御コントローラ14へ入力される。負荷制御コントローラ14では、発電出力PVと発電出力設定値SVとの偏差に基づいて、ガスタービン1のガバナ15への増減出力が出力される。これによって、ガスタービン1の出力制

御を行い、最終的にはヒートバランスに合ったガスタービン1の発電出力になるまでこの制御動作が続けられる。

【0047】図3において、例えば、大気温度が $t_0$ 度Cで送出蒸気が $X_D t/h$ で運転していて、プロセス9側の蒸気流量要求が増えて $X_{D2} t/h$ となったとする。ガスタービン1の発電出力の設定をそのままのMW $D kW$ としておけば蒸気ドラム7からは蒸気が $(X_{D2} - X_D) t/h$ 余分に引き出されるためガスタービン1の出力を増やさないと蒸気ドラム7の圧力が低下してしまう。この実施の形態では、送出蒸気流量が $X_D t/h$ から $X_{D2} t/h$ に変化した場合には図3の関数発生器16によりガスタービン1の発電出力設定を自動的にD2の点になるようにMW $D kW$ からMW $D2 kW$ に変化させるため、 $X_{D2} t/h$ の送出蒸気流量に相当するガスタービン1の出力を自動的に確保し、ヒートバランス通りの運転を常に達成できる。

【0048】このように、送出蒸気流量がプロセス9の要求により変化してもヒートバランスに合った送出蒸気流量を確保するガスタービン1の出力制御が、自動的に行える。

【0049】(第2の実施の形態) (請求項3、4対応)

本発明の第2の実施の形態を図4に示す。これは、第1の実施の形態の手法を、蒸気噴射法などを使った熱電可変型のガスタービン1を含むコーチェネレーションプラントのガスタービン1(図10参照)の制御に適用し、省エネルギー量の最適化を達成するものである。図4で、排熱回収ボイラ6で発生し、蒸気ドラム7に貯められた蒸気の一部は、送出蒸気調節弁8を介してプロセス9へ送出される。また、残りの蒸気は、図10の従来例の場合と同様に、出力増加用の蒸気としてガスタービンの燃焼器3へ送られて噴射される。

【0050】燃焼器3へ供給される燃料の流量は、制御装置60で制御される燃料調節弁5によって調節される。制御装置60の詳細は図2の制御装置50と同様である。ただし、制御装置60における関数発生器66は、図5に示すようなものとなるただし、図5の横軸は送出蒸気流量として図を読む。

【0051】すなわち、関数発生器66によって、大気温度信号と送出蒸気流量信号の二つの信号から省エネルギー量最大となるようなガスタービン1の発電出力を決定する発電出力設定値SVを作成する。

【0052】図5中の太い実線は、標準の大気温度 $t_0$ の時の省エネルギー量の最適化を達成する発生蒸気流量とガスタービン1の発電出力の設定値SVの関係を示すカーブである。図中の破線は大気温度が変化した時の設定カーブである。

【0053】図5のA、A2、B点はそれぞれ図12のA、A2、B点と同じ運転点で、A→A2→Bのカーブ

は送出蒸気流量に対して省エネルギー最大の発電出力設定値SVをプロットしたものである。

【0054】例えば、大気温度が $t_0$ 度Cで送出蒸気流量が $X_A$  t/hで運転していて、プロセス9側の蒸気流量要求が減って $X_{A2}$  t/hとなったとする。ガスタービン1の発電出力の設定がそのままのMW<sub>A</sub> kWであればA1の運転点に移ってしまう。しかし、図12でわかるように、同じ $X_A$  t/hの送出蒸気流量でも省エネルギー量は図12のA2点の方が多い。すなわち、図5のAからA2点への移動を図5の関数発生器66で自動的に行うことによって自動的に省エネルギー量最大の運転点への移動が行われる。その結果、ガスタービン1の発電出力PVはMW<sub>A2</sub> kWで送出蒸気流量 $X_{A2}$  t/hの省エネルギー量が最適な運転が自動で実現される。

【0055】蒸気ドラム7からは蒸気が( $X_A - X_{A2}$ ) t/h余分に引き出されるためガスタービン1の出力を増やさないと蒸気ドラム7の圧力が低下してしまう。本発明では送出蒸気流量が $X_{A2}$  t/hに変化した場合には、図5の関数発生器16によりガスタービン1の発電出力設定を自動的にA2の点になるようにMW<sub>A</sub> kWからMW<sub>A2</sub> kWに変化させる。このため、 $X_{A2}$  t/hの送出蒸気流量に相当するガスタービン1の出力を自動的に確保し、ヒートバランス通りの運転を常に達成できる。

【0056】本方法により、送出蒸気流量が変化しても常に、大気温度も加味した上での省エネルギー量が最適なガスタービン1の運転点まで、自動的に負荷変化がなされる。

【0057】(第3の実施の形態) (請求項5、6対応)

本発明の第3の実施の形態を図6に示す。これは、第1の実施の形態(図1)と同様に熱電可変型でないガスタービン1を使ったコーチェネレーションプラントのガスタービン制御に関するものである。しかし、第1の実施の形態とは違って、送出蒸気流量を設定器17によって外部から設定するようになっている。

【0058】燃料調節弁5の制御は、制御装置70によって行われる。制御装置70の中で、発電出力設定値SVを作成する関数発生器16は、第1の実施の形態の制御装置50のものと同様に図3に示される。ただし、ただし、図3の横軸は送出蒸気流量設定値として図を読む。すなわち、大気温度信号と、送出蒸気流量を設定する送出蒸気流量設定器17からの送出蒸気流量設定値の二つの信号に基づいて、送出蒸気流量を確保するのに必要なガスタービン1の発電出力PVを決定するものである。関数発生器16を使って発電出力設定値SVを作成してガスタービン1の負荷制御コントローラ14へ入力してガスタービン1の出力制御を行う。送出蒸気流量を発生するに必要なヒートバランスに合ったガスタービン1の出力を関数発生器76で計算し、この信号を使って

ガスタービン1の出力制御を行うことでヒートバランスに合ったガスタービン1の出力を自動的に達成することが可能となる。

【0059】たとえば図3で、大気温度が $t_0$ のとき、送出蒸気流量設定値の増加により運転点はDからD2へ変化する。運転点の移動の自動的な動きは第1の実施の形態と同じで、第1の実施の形態との違いは、コーチェネレーションプラント側で送出蒸気流量を決定する点である。

【0060】(第4の実施の形態) (請求項7、8対応)

本発明の第4の実施の形態を図7に示す。これは、第2の実施の形態(図4)と同様に熱電可変型のガスタービン1を使ったコーチェネレーションプラントのガスタービン制御に関するものである。しかし、第2の実施の形態とは違って、(第3の実施の形態と同様に)送出蒸気流量を設定器17によって外部から設定するようになっている。

【0061】燃料調節弁5の制御は、制御装置80によって行われる。制御装置80の中で、発電出力設定値SVを作成する関数発生器66は、第2の実施の形態における制御装置60の中の関数発生器66と同様に図5で示される。ただし、図5の横軸は送出蒸気流量設定値として図を読む。すなわち、この関数発生器66で、大気温度信号と、送出蒸気流量を設定する送出蒸気流量設定器17からの送出蒸気流量設定値の二つの信号に基づいて、省エネルギー量最大となるようなガスタービン1の発電出力を決定する。

【0062】これを使って発電出力設定値SVを作成し、ガスタービン1の負荷制御コントローラ14へ入力してガスタービン1の出力制御を行うことで、要求される送出蒸気流量を省エネルギー量最大で発生させるガスタービン1の出力を自動的に達成することが可能となる。運転点の移動の自動的な動きは第2の実施の形態と同じで、第2の実施の形態との違いは、コーチェネレーションプラント側で送出蒸気流量を決定する点である。

【0063】

【発明の効果】以上を述べたように、本発明によれば、コーチェネレーションプラントの送出蒸気流量の変化に対応して自動的にガスタービンの発電出力設定値SVを変化させて、常に省エネルギー量が最適かつ安全な運転への運転点の移行を自動的に可能とすることができ、運転の安全性確保と省エネルギーの経済効果およびCO<sub>2</sub>削減などの環境保全上の効果も有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るコーチェネレーションプラントの第1の実施の形態の概略系統図。

【図2】図1の制御装置の詳細ブロック図。

【図3】図1、図2および図6の関数発生器で発生する関数の一例を示すグラフ。

【図4】本発明に係るコーチェネレーションプラントの第2の実施の形態の概略系統図。

【図5】図4および図7の関数発生器で発生する関数の一例を示すグラフ。

【図6】本発明に係るコーチェネレーションプラントの第3の実施の形態の概略系統図。

【図7】本発明に係るコーチェネレーションプラントの第4の実施の形態の概略系統図。

【図8】従来のコーチェネレーションプラントの概略系統図。

出蒸気流量と燃料消費量の関係の一例を示すグラフ。

【図12】図10のコーチェネレーションプラントの発電出力と省エネルギー量の関係の一例を示すグラフ。

#### 【符号の説明】

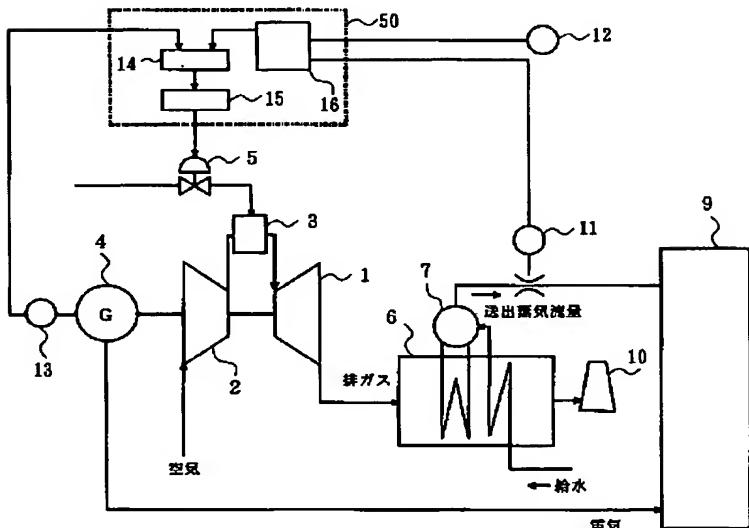
1…ガスタービン、2…圧縮機、3…燃焼器、4…ガスタービン発電機、5…ガスタービンの燃料調節弁、6…排熱回収ボイラ、7…蒸気ドラム、8…送出蒸気調節弁、9…プロセス、10…煙突、11…送出蒸気流量検出器、12…大気温度検出器、13…電力検出器、14…負荷制御コントローラ、15…ガスタービンのガバナ、16…関数発生器、17…送出蒸気流量設定器、18…発電出力設定器、50…制御装置、60…制御装置、66…関数発生器、70…制御装置、80…制御装置。

【図9】図8の制御装置の詳細ブロック図。

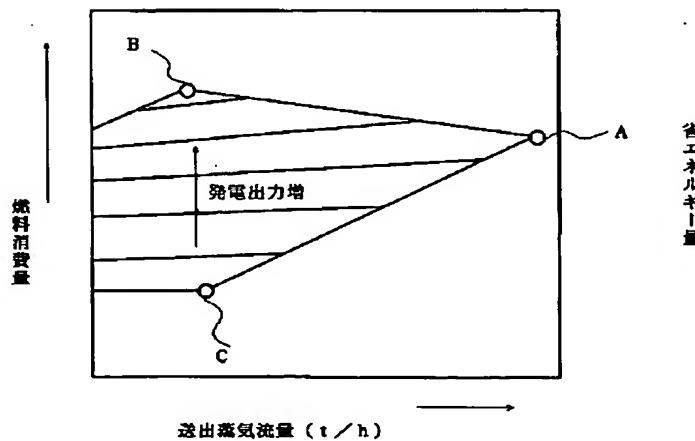
【図10】図8とは別の従来のコーチェネレーションプラントの概略系統図。

【図11】図10のコーチェネレーションプラントの送

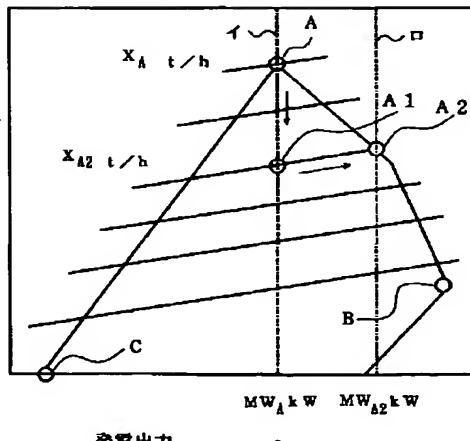
【図1】



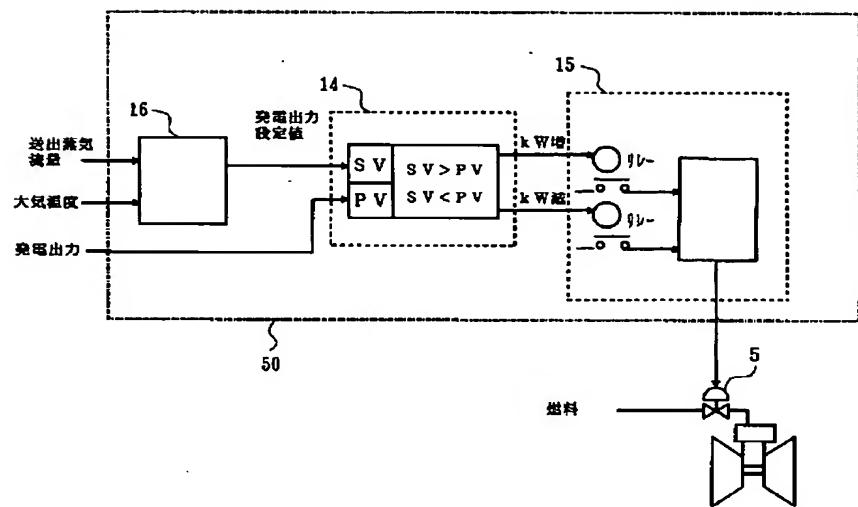
【図11】



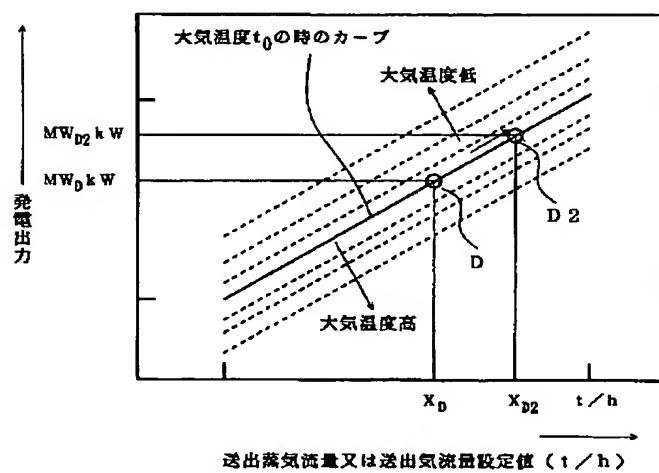
【図12】



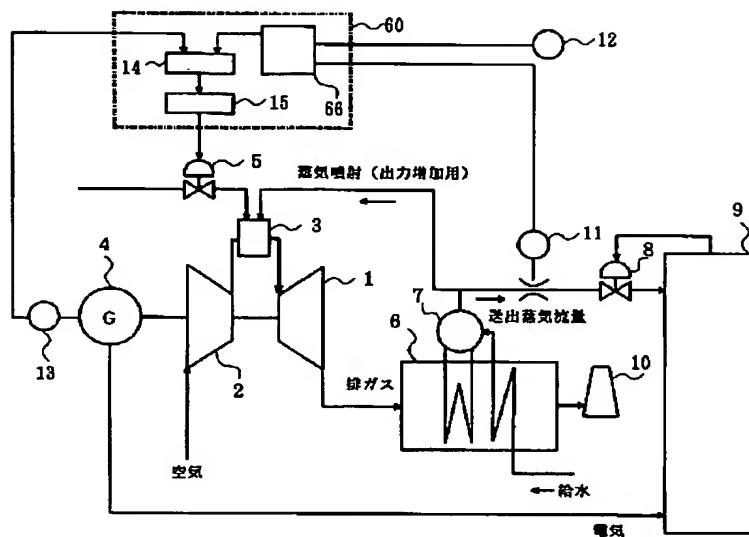
【図2】



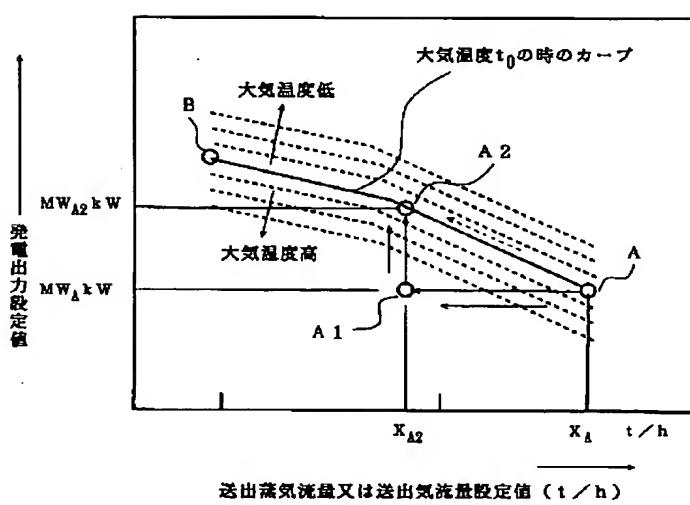
【図3】



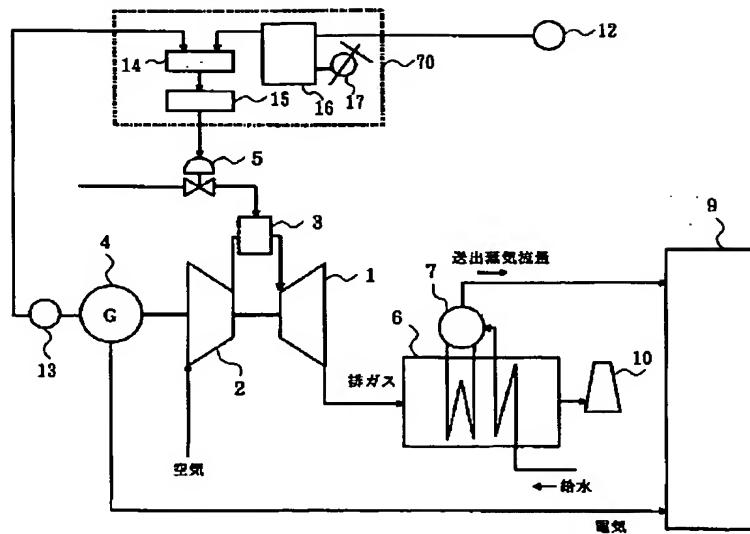
【図4】



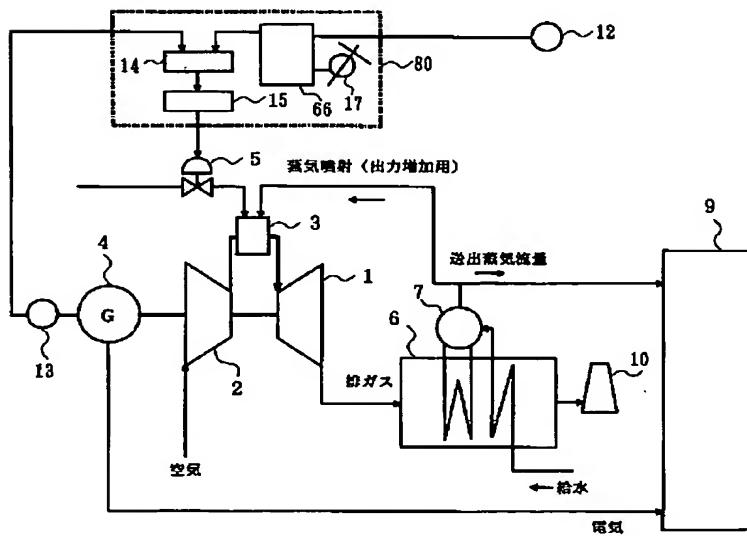
【図5】



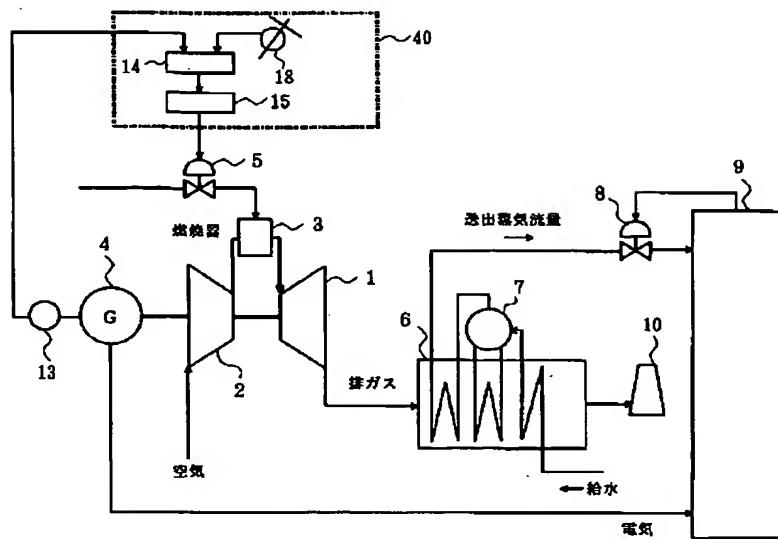
【図6】



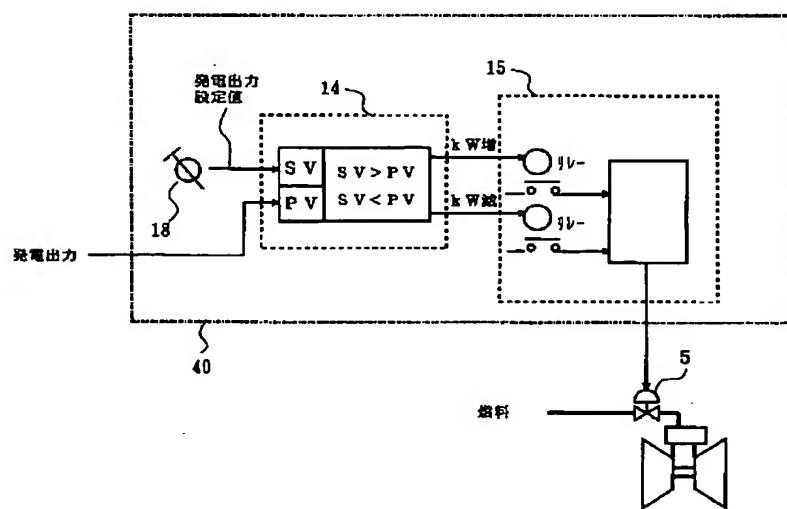
【図7】



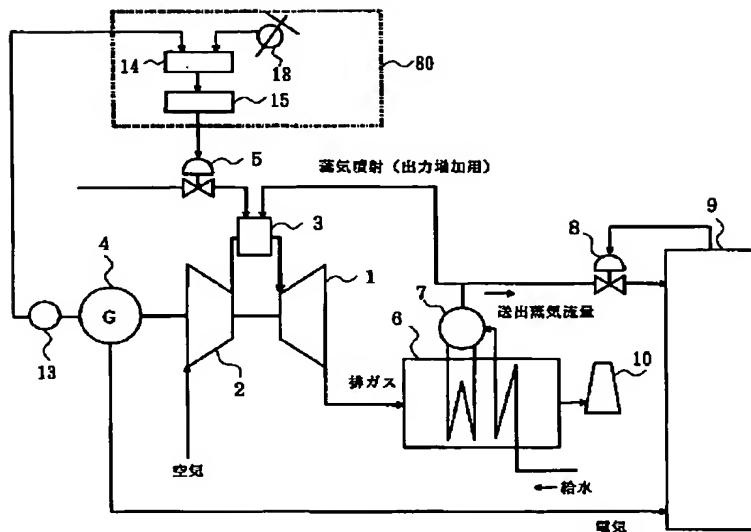
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.C1.<sup>7</sup>  
F O 2 C 9/28

識別記号

F I  
F O 2 C 9/28

テーマコード\*(参考)

C

(72)発明者 山田 利広  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内(72)発明者 神谷 昭基  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内  
(72)発明者 松本 茂  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝本社事務所内